

FARBENSINN UND VERKEHRSAMPEL

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ZÜRICH

vorgelegt von

PAUL MEYER

von Buttisholz (LU)

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. H. Hartmann

Zürich 1976



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507208_0047

FARBENSINN UND VERKEHRSAMPEL

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ZÜRICH

vorgelegt von

PAUL MEYER

von Buttisholz (LU)

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. H. Hartmann

Zürich 1976



Farbensinn und Verkehrsampel

Colour Vision and Traffic Lights

Zusammenfassung

Seit 1974 werden in der Stadt Zürich optische Verkehrsregelungsanlagen automatisch überwacht. Von den verzeigten Fahrzeuglenkern konnte eine Anzahl Freiwilliger auf ihren Farbensinn getestet werden. Es wurde dabei kein statistisch signifikanter Unterschied zu der in der Literatur angegebenen Häufigkeit von Farbensinnstörungen gefunden. Es scheint, dass Farbenuntüchtige an Verkehrsampeln nicht benachteiligt sind.

Einleitung

Die Frage, ob farbensinngestörte Fahrzeuglenker im Strassenverkehr irgendwie benachteiligt sind, wird immer wieder diskutiert. Gefühlsmässig neigt man zur Auffassung, dass eine Benachteiligung vorliegen müsse, da die Farben, besonders bei Verkehrsampeln, ein wichtiger Informationsträger sind. Während einiger Jahre hatte man deshalb in der Schweiz den Farben der Ampel bestimmte Formen gegeben. So war «Rot» rund, «Gelb» dreieckig und «Grün» quadratisch. Dadurch ergab sich aber eine Verkleinerung der leuchtenden Fläche. Eine grössere Fläche und eine hellere Lichtquelle erleichtern allen Verkehrsteilnehmern, besonders aber den Farbensinngestörten, ein sicheres Erkennen der Verkehrslichter (1, 5). Deshalb ist die Farbschablone für alle Verkehrsteilnehmer eher ungünstig (6), und man kam wieder davon ab. Einzig bei den über der Fahrbahn horizontal angeordneten Ampeln wurde sie beibehalten. Dies zeigt, dass man sich der Bedeutung des Farbensinns im Strassenverkehr doch nicht ganz sicher war. Die WHO ist der Ansicht, dass der Farbensinn überhaupt keine Bedeutung habe, und rät, diesen nicht einmal zu prüfen (17). Die Schweiz ist bei der Neuformulierung der medizinischen Anforderungen an Fahrzeuglenker im Jahre 1971 diesem Vorschlag gefolgt (3). Seither sind auch «Farbenblinde» zum Führen von Fahrzeugen aller Kategorien zugelassen. Farbensinnstörungen sollten also bei Automobilisten heute gleich häufig sein wie in der Normalbevölkerung.

Summary

Since 1974, traffic at robot controlled crossings in the city of Zurich has been automatically monitored. A number of the drivers who ignored the red light submitted voluntarily to tests for colour blindness. As compared with the literature on the subject, no significant difference in the prevalence of colour vision deficiency was found here. It would appear, that colourblind drivers are not handicapped at robots.

Da in den letzten Jahren die optischen Verkehrsregelungsanlagen immer häufiger missachtet wurden und daher auch mehr Unfälle zu verzeichnen waren, suchte die Polizei nach Möglichkeiten, diesem Umstand wirksam zu begegnen. Vermehrte Ueberwachung der Kreuzungen durch Polizisten schien bei der zunehmenden zeitlichen Belastung unserer Polizei nicht möglich, so dass eine automatische Rotlichtüberwachungsanlage entwickelt wurde. Diese wurde in der Stadt Zürich 1971 versuchsweise eingesetzt und ist seit Mai 1974 permanent und rechtskräftig in Betrieb. Diese Gelegenheit nahm das Gerichtlich-medizinische Institut der Universität Zürich wahr, um das Verhalten von Fahrzeuglenkern an Lichtsignalanlagen zu untersuchen. Vor allem interessierte die Frage, ob unter den Verzeigten ein höherer Prozentsatz von Farbensinngestörten anzutreffen sei als in der Normalbevölkerung. Dank der Unterstützung durch die Stadtpolizei Zürich und des Strassenverkehrsamtes des Kantons Zürich war es möglich, die vorliegende Untersuchung durchzuführen.

Kurzer Abriss über die Physiologie des Farbensehens

Physikalisch gesehen ist Licht ein enger Bereich elektromagnetischer Wellen, nämlich der Bereich von 380 bis 800 nm Wellenlänge. In der Netzhaut des Menschen finden wir verschiedene Arten von Zellen, die als Rezeptoren für

Lichtreize dienen. Es gibt grundsätzlich zwei verschiedene Arten: die Stäbchen und die Zapfen. Stäbchen finden wir vor allem in der Peripherie der Netzhaut. Sie vermitteln lediglich Hell-Dunkel-Eindrücke. Die Zapfen erlauben uns, Farben wahrzunehmen. Diese Zellen sind vor allem im Bereich der Makula angeordnet, d.h. im Bereich des schärfsten Sehens. Da sie viel weniger empfindlich sind als die Stäbchen, ist ein Farbsehen nur bei Helladaptation möglich. Doch wie ist es möglich, die verschiedenen Farben wahrzunehmen? Hermann von Helmholtz hatte Mitte des 19. Jahrhunderts die von Thomas Young bereits etwa fünfzig Jahre früher vertretene Ansicht übernommen, dass es im menschlichen Auge nur wenig verschiedene Arten von Sehzellen gebe, und er formulierte seine «Dreikomponententheorie» (9). Er postulierte spezielle Rezeptoren für Rot, Grün und Blau. Es war zu dieser Zeit allerdings noch nicht möglich, solche Rezeptoren anatomisch oder physiologisch nachzuweisen. So stand denn Eduard Hering nichts im Wege, seine Gegenfarbentheorie aufzustellen (10). Er forderte anstelle der drei selektiven Rezeptoren Instanzen, die jeweils auf zwei komplementäre Farben alternative Antworten zeigten. Er nahm an, dass es eine «Rot-Grün-Substanz», eine «Blau-Gelb-Substanz» und eine «Schwarz-Weiss-Substanz» gebe. Erst hundert Jahre später ermöglichten es die Methoden der Neurophysiologie, den Wert der beiden Theorien zu beurteilen. Durch Spektrophotometrie konnten die Absorptionskurven der menschlichen Retina aufgezeichnet werden. Die Ergebnisse, die gleichzeitig, jedoch unabhängig von Rushton (Cambridge), Wald (Boston) und Mac Nichol (Baltimore) gefunden wurden, bestätigten die Helmholtzsche Dreikomponententheorie (Lit. zitiert nach Wehner, 16). Alle drei Arbeitsgruppen fanden nämlich drei verschiedene Zapfenarten, die alle über einen grossen Bereich absorbierten, aber im Blau-, Grün-, bzw. Rotbereich ein Maximum zeigten. Weitere Forschungen von Svaetichin am Karpfenaugen zeigten Ergebnisse, die der Heringschen Gegenfarbentheorie entsprachen: bei Reizung durch Rotlicht Zunahme, bei Reizung mit Grünlicht Verminderung der Erregung (Lit. zitiert nach Wehner, 16). Weitere Untersuchungen zeigten aber, dass dabei die ableitenden Elektroden nicht in den Rezeptoren, sondern in den nachfolgenden Bipolaren lokalisiert waren. Man erklärt sich dieses Erregungsmuster folgendermassen: Eine einem Rotrezeptor nachfolgende Bipolare wird von diesem erregt, daneben aber von benachbarten Grünrezeptoren gehemmt. Es scheint also, dass sowohl die Helmholtzsche wie auch die Heringsche Theorie recht behalten haben, die eine für die Rezeptoren, die andere für die nachfolgende Verarbeitung durch das Nervensystem.

Angeborene Farbensinnstörungen

Nach der Dreifarbentheorie sind die angeborenen Farbensinnstörungen durch den Ausfall einer Gruppe von Rezeptoren zu erklären. Wenn die rotempfindliche Gruppe ausfällt, wird die Störung als Protanopie bezeichnet. Fehlt die Grünempfindung, spricht man von Deutanopie und beim Fehlen der Blauempfindung von Tritanopie. Wenn die einzelnen Gruppen nicht ganz ausfallen, sondern nur

weniger empfindlich sind als beim Normalen, kommen die Farbanomalien zustande. Analog heissen die Bezeichnungen Prot-, Deuter- bzw. Tritanomalie. Aus dem Gesagten geht hervor, dass also der im Volksmund als «farbenblind» Bezeichnete Farben wahrnehmen kann; allerdings ist es für ihn schwierig, diese mit der Terminologie des voll Farbensinnstichtigen zu bezeichnen. Die Farbensinnsgestörten können wesentlich weniger Farbstufen unterscheiden. Grosse Teile des Spektrums erscheinen ihnen in verschiedenen Graustufen, so dass es zu «Farbverwechslungen» kommen kann. Beim Protanopen ist zudem das Spektrum verkürzt; er kann deshalb dunkle Rotstufen gar nicht wahrnehmen (vgl. Tab. 1). Die einzelnen Formen der Farbensinnstörungen sind nicht gleich häufig. Von den rund 8 bis 10 % der Männer und 0,4 % der Frauen (4, 8), die an einer Farbensinnstörung leiden, sind etwa 75 % Deutero- und etwa 25 % Protostörungen; die Tritostörungen kommen nur ganz selten vor (13). Der geschlechtsspezifische Unterschied in der Häufigkeit erklärt sich durch die X-chromosomal-rezessive Vererbung der Störung. Eine wirkliche totale Farbenblindheit kommt auch vor. Meistens sind dies Stäbchen-Monochromaten, die aber nicht wegen ihres Farbensinns, sondern, da die Makula ausgefallen ist, durch extrem verminderten Visus und Spontannystagmus auffallen. Ganz extrem selten sollen auch Zapfen-Monochromaten vorkommen (vgl. Tab. 2).

Rotlichtkamera

Die von der Stadtpolizei Zürich eingesetzte Rotlichtkamera wurde von der Firma Siemens entwickelt. In der Schweiz wird sie von der Firma Zellweger AG, Uster, vertrieben. Die Photokamera ist mit einem Elektronenblitzgerät und der übrigen elektronischen Ausrüstung in einem witterungsfesten Stahlgehäuse untergebracht (vgl. Abb. 1). Diese Apparatur wird 15 m vor der Verkehrsampel auf einem 3 m hohen Mast so installiert, dass die ganze Kreuzung von der Kamera erfasst werden kann. Auf der Höhe der Ampel wird in den Strassenbelag ein Schleifendetektor eingelassen, der auf ihn überfahrende Fahrzeuge reagiert. Detektor, Ampel und Kamera sind elektrisch miteinander verbunden. Die Anlage arbeitet selektiv: Um Grenzfälle auszuschliessen, wird die Kamera erst 0,2 sec nach Beginn der Rotphase betriebsbereit. Dann wird sie bei jedem Ueberfahren des Detektors ausgelöst und damit die Situation im Bild festgehalten. Auf der Photo sind der Standort der Anlage, das Fahrzeug mit Polizeikennzeichen, Datum und Uhrzeit und die Zeit seit Beginn der Rotphase erkennbar. Nach Ablauf einer Sekunde wird automatisch ein zweites Bild gemacht, das feststellen lässt, ob das Fahrzeug die Kreuzung tatsächlich überquert oder lediglich zu spät, d.h. kurz nach der Ampel angehalten hat. Die Kamera braucht ausser dem gelegentlichen Auswechseln der Filme und der Kontrolle der Uhren keinen Unterhalt. Sie kann, wenn die nötigen Installationen vorhanden sind, leicht an einen andern Ort versetzt werden. Die Photos sind von ausgezeichneter Qualität, so dass die Fahrzeuge eindeutig identifiziert werden können (vgl. Abb. 2, 3).

Tab. 1. Farbempfindungen der Farbenfehlsehtigen im Vergleich mit normaler Farbempfindung (nach Heinsius, 8).

Normale Empfindung = normaler Trichromat (ca. 90 %)	violett	blau violett	blau	blaugrün	grün	gelb- grün	gelb <i>H.</i>	gelb- orange	orange	rot	purpur	
Protanoper Dichromat = sog. «Rotblinder» (ca. 1,5 %)		blau		<i>grau</i>	grau- braun	<i>H.</i>		braun		<i>schwarz</i>	graublau	
Protanomal Trichromat = sog. «Rotschwacher» (ca. 1,5 %)		violett	blau	<i>grau- blau</i>	grau- grün	hell- braun <i>H.</i>		braun	dunkel- braun	dunkel rot <i>braun</i>	blaugrau	
Deutanoper Dichromat = sog. «Grünblinder» (ca. 2,0 %)		blau		blaugrau	<i>grau</i>	braun		<i>H.</i>			<i>grau</i>	
Deutanomal Trichromat = sog. «Grünschwacher» (ca. 5,0 %)		violett	blau	blaugrün	<i>grau- weiß</i>	grau- gelb	hellbraun <i>H.</i>	braun	braun	rotbraun	<i>grau- violett</i>	
Tritanoper Dichromat = sog. «Gelb-Blau- Blinder» (sehr selten)	weiß (farblos)	hell- blau?	<i>grau</i>		grün		<i>H.</i>	<i>grau</i>	rot		rosa	
Tritanomal Trichromat = sog. «Gelb-Blau- Schwacher» (sehr selten)	ähnlich wie Tritanope (keine Graustelle?)											
ungefähre Wellenlänge (nm) im Spektrum	380–430	430–455	455–460	486–490	497–507	540	550–555	572	580	635–680	680–800	Mischung: 670 u. 430

H. = hellste Stelle des Spektrums *grau* = Graustelle (... %) = Häufigkeit des Vorkommens

Tabelle 2. Häufigkeit von Farbensinnstörungen nach Duke-Elder (4).

Trichromaten	normal	91,8 %
	protanomal	1,0 %
	deutanomal	4,6 %
	tritanomal	0,0001 %
Dichromaten	protanop	1,2 %
	deutanop	1,4 %
	tritanop	0,0001 %
Stäbchen-Monochromaten		0,003 %
Zapfen-Monochromaten		0,000001 %

Identifikation des Lenkers

Die Photos der automatischen Rotlichtkamera erlauben aufgrund der Polizeikennzeichen lediglich den Halter des Fahrzeuges, nicht aber den Lenker zu eruieren. Da das Ueberfahren einer Verkehrsampel bei Rot in der kantonalen Strafenkontrolle einzutragen ist – alle Bussen von Fr. 50.– und mehr müssen registriert werden –, ist es notwendig, den Fahrer zu eruieren. Die Polizei geht folgendermassen vor: Der Halter des Fahrzeuges bekommt einen «Verzeigungsvorhalt» zugesandt. Darin wird ihm mitgeteilt, dass sein Fahrzeug von der automatischen Kamera erfasst worden ist. Der Halter hat auf der Rückseite des Verzeigungsvorhaltes den verantwortlichen Lenker einzusetzen und den Zettel der Polizei zurückzuschicken. Sollte es nicht möglich sein, den fehlbaren Lenker herauszufinden (z.B. bei Geschäftsautos, Mietwagen usw.), wird der Halter des Fahrzeugs mit den Fr. 50.– gebüsst und in der Kontrolle eingetragen. Dies kommt, wie es scheint, eher selten vor.

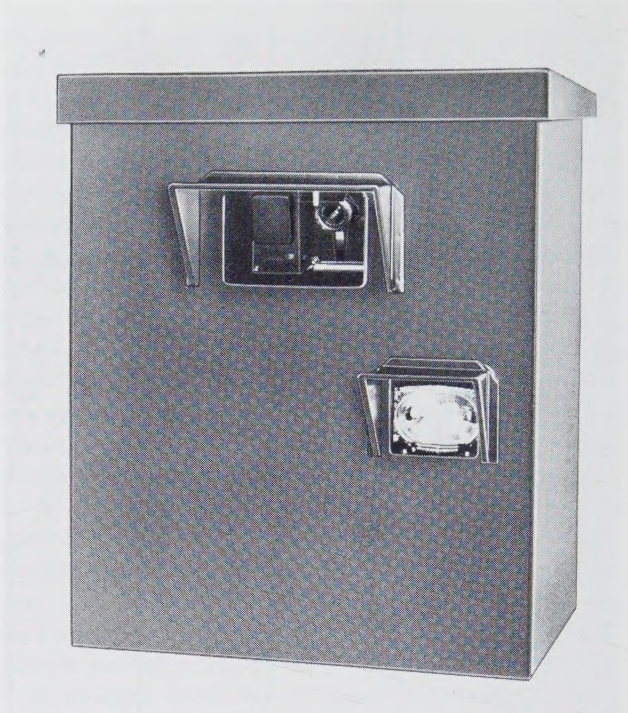


Abb. 1. Die automatische Rotlichtkamera in ihrem Gehäuse. Im oberen Fenster das Kameraobjektiv, im unteren der Reflektor des Blitzgerätes.

Eigene Untersuchung

Vorbemerkung
Theoretisch sind bei Farbenuntüchtigen Verwechslung, Nichterkennen oder verspätetes Erkennen von Signalfarben als Fehler möglich. Nach Gramberg-Danielsen sind drei verschiedene Methoden möglich, um festzustellen, welchen

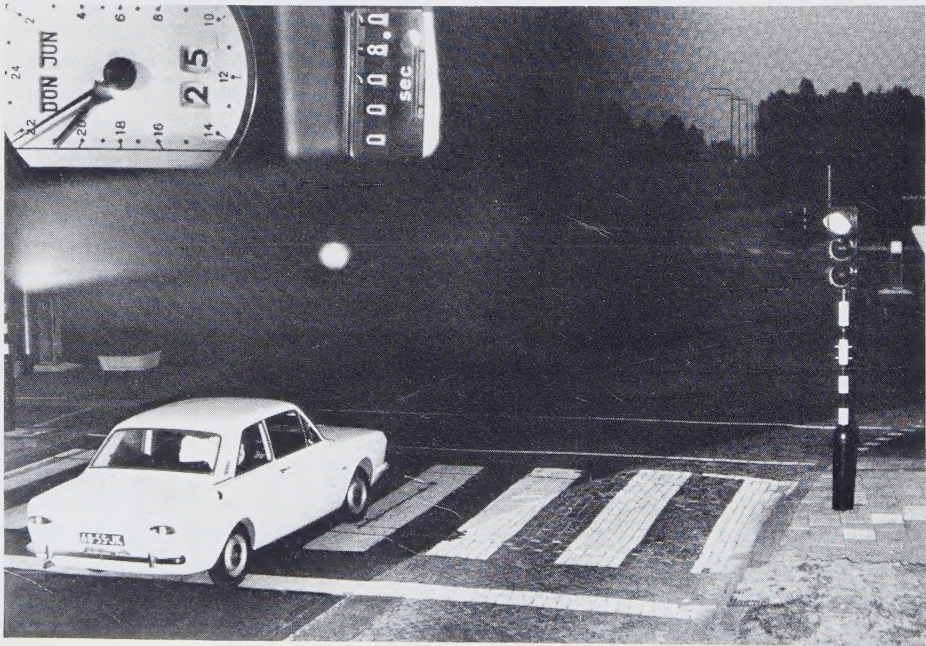
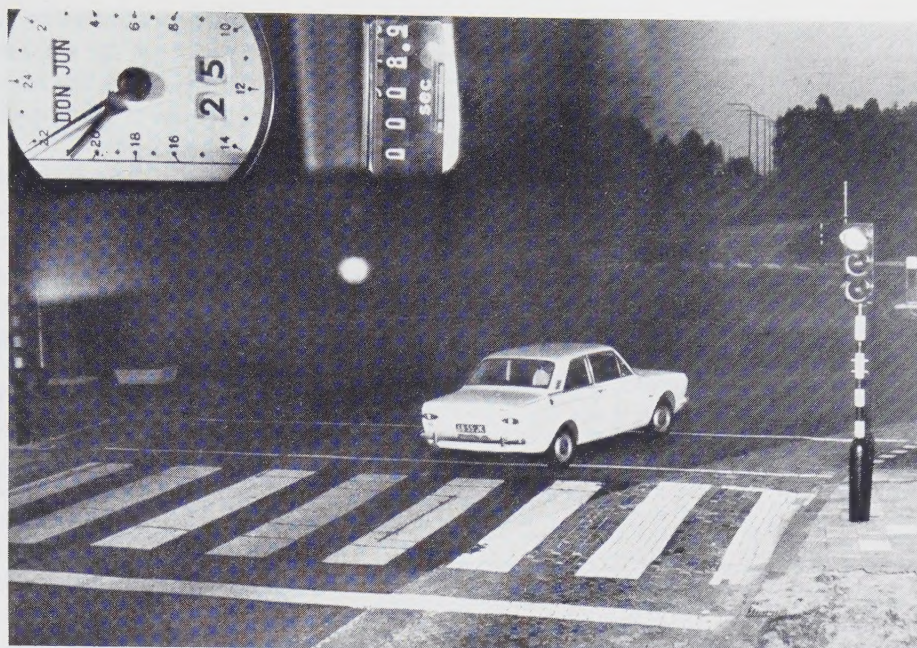


Abb. 2. Durch das Ueberfahren des Detektors mit den Vorderrädern ist die Rotlichtkamera ausgelöst worden. Die Ampel steht seit 8,0 sec auf Rot.

Abb. 3. Kontrollaufnahme
0,9 sec später, die zeigt,
dass das Fahrzeug die Kreuzung
überquert hat.



Einfluss Farbensinnstörungen im Strassenverkehr haben (6, 7):

- kritische Betrachtung von Einzelfällen
- Prüfung der Frage, ob in einer Unfallgruppe überdurchschnittlich viele Farbenuntüchtige vorkommen
- Vergleich zweier Gruppen von Farbentüchtigen und Farbenuntüchtigen auf ihre Unfallhäufigkeit

Die automatische Rotlichtüberwachung erlaubt eine Untersuchung nach der zweiten Methode. Sollten die Farbenuntüchtigen an der Verkehrsampel Schwierigkeiten mit dem Erkennen der Farben haben, müssten bei den verzeigten Lenkern überdurchschnittlich viele Farbenuntüchtige dabeisein.

Vorgehen

Für einen ersten Versuch wurden uns von der Stadtpolizei Zürich die Unterlagen der Erprobung der Anlage im Jahre 1971 überlassen. Da sich die Anlage damals erst in einer Probephase befand, waren die verantwortlichen Fahrer von ihrer Uebertretung nicht benachrichtigt worden. Nach kurzer Zeit zeigte sich, dass es nach drei Jahren unmöglich war, vom Halter des Fahrzeugs auf den damaligen Lenker zu schliessen. Das vorliegende Material war also ungenügend, so dass wir auf eine weitere Bearbeitung verzichten mussten.

Erst im Mai 1974 konnte dann die automatische Rotlichtkamera definitiv eingesetzt werden. Sie wurde für diese Zeit fest an der Kreuzung Selnau-/Brandschenkestrasse installiert und war während des ganzen Monats permanent in Betrieb. Im Laufe des Monats mussten 708 Automobilisten verzeigt werden, sie wurden gebüsst und in der kantonalen Strafenkontrolle eingetragen. Die Polizei war jetzt also verpflichtet, vom Halter des Fahrzeugs auf den effektiven Lenker zu schliessen (vgl. Eruiierung des Fahrers). Aus rechtlichen Gründen durfte die Polizei uns die Namen der Verzeigten nicht bekanntgeben. Sie erklärte sich aber

bereit, ihnen einen Brief zu senden und sie einzuladen, sich an unserer Untersuchung zu beteiligen. Darin wurde betont, dass die ganze Untersuchung auf freiwilliger Basis vor sich gehe, die Resultate dem Arztgeheimnis unterstehen würden und zudem in der Schweiz keine Einschränkungen für das Führen von Motorfahrzeugen bei Farbensinnanomalien bestünden. Aus praktischen Gründen beschränkten wir uns auf Einwohner des Kantons Zürich und, da die Farbenblindheit bei Frauen selten ist, auf Männer. Von den 708 verzeigten Lenkern blieben 403 im Kanton Zürich wohnhafte Männer, die eine Einladung erhielten. Das Strassenverkehrsamt des Kantons Zürich stellte uns ein eigenes Büro zur Verfügung. Dort warteten wir nun auf Freiwillige, die sich dem Test unterziehen wollten. Diejenigen, die sich zum Test einfanden, mussten sich mit der Einladung der Stadtpolizei und ihrem Fahrausweis ausweisen. So sollte vermieden werden, dass jemand anderes zur Untersuchung geschickt wurde. Die Probanden wurden mittels Ishihara-Tafeln (Ausgabe 1972) (11) auf ihren Farbensinn geprüft. Ausserdem hatten alle Probanden die Situation beim Ueberfahren des Rotlichts kurz zu schildern.

Da von den Eingeladenen lediglich etwa 17 % zum Test erschienen waren, versuchte die Stadtpolizei in einem zweiten Durchgang die bis jetzt nicht Erschienenen telefonisch einzuladen. Diese Aktion wurde zeitlich beschränkt: Während zweier Wochen wurde jeweils von Montag bis Freitag zwischen 18.00 und 20.00 Uhr versucht, mögliche Probanden zu erreichen. Auf diese Weise konnten zusätzliche 10 % für unsere Untersuchung gewonnen werden, die in der gleichen Weise wie die erste Gruppe geprüft wurden.

Ergebnisse

Von den 403 möglichen Probanden (vgl. dazu Tab. 3 und 4) sind 35 aus der Untersuchung ausgeschieden: 21 Briefe

Tabelle 3. Aufteilung der Probanden.

selbst getestet	115
telefonisch befragt	60
nicht erreicht	193
ausgeschieden	35
Total	403

Tabelle 4. Testresultate mit Ishihara-Tafeln.

	Ishihara positiv		Ishihara negativ	total
	P	D		
erste Serie	0	2	67	69
zweite Serie	1	2	43	46
Total	1	4	110	115

P = Protostörung D = Deuterostörung

kamen von der Post zurück, da die Adressaten weggezogen waren. Die neue Adresse war nicht auszumachen. Von 6 Adressaten kam die Mitteilung, dass es nicht möglich sei, den Fahrer zu eruieren (Firmenwagen). Weitere 8 Adressaten teilten mit, dass nicht sie selbst, sondern ihre Frau die Uebertretung begangen habe (falscher Eintrag auf dem Verzeigungsvorhalt). Es blieben also 368 mögliche Probanden. Von 193 von ihnen haben wir nichts erfahren, sie reagierten weder auf den Brief mit der Einladung noch waren sie telefonisch zu erreichen. 106 Probanden wurden telefonisch erreicht. 60 liessen sich nicht dazu motivieren, am Test teilzunehmen, wobei 59 behaupteten, sicher nicht farbenblind zu sein, während 1 Proband von seiner Grünstörung wusste. So blieben denn 115 Probanden, die wir selbst testen konnten, nämlich 69 aus der ersten und 46 aus der zweiten Serie. Es fanden sich 5 Farbensinnstörungen. Dies entspricht einer Häufigkeit von 4,5 %. Die Aufteilung nach der Art der Farbensinnstörung – allerdings nur mit Ishihara-Tafeln geprüft (vgl. dazu *Wannenmacher*, 15) – ergab 1 Proto- und 4 Deuterostörungen.

Unser Resultat einer Häufigkeit von 4,5 % Farbensinnstörungen bei Männern entspricht der in der Literatur angegebenen Häufigkeit von etwa 8 bis 10 % (vgl. Tab. 1 und 2), da sich der 95 %-Vertrauensbereich für 5 Farbenblinde auf 115 Probanden von 1,40 % bis 9,94 % erstreckt (12). Der Unterschied zwischen 4,5 % und 8 bis 10 % ist statistisch nicht signifikant, es scheint aber eine Tendenz zu geringerer Häufigkeit vorhanden zu sein.

Diskussion

Die grosse Schwierigkeit bei der Durchführung dieser Untersuchung war der Umstand, dass es rechtlich nicht möglich war, die fehlbaren Lenker zur Teilnahme zu verpflichten. Wir nehmen aber an, dass die kleine Gruppe der Getesteten sich rein zufällig in bezug auf Farbensinnstörungen zusammensetzt. Da den möglichen Probanden bekannt war, dass allfällige Farbensinnstörungen bei der Beurteilung der Fahrtauglichkeit keinen Einfluss hätten, hat die

Einladung zu einem Farbensinntest kaum eine Selektion bewirkt. Auch der Umstand, dass eine Farbensinnstörung dem Träger nicht bewusst sein muss, spricht für diese Tatsache (2 der 5 Betroffenen hatten zuvor nichts von ihrer Störung gewusst).

Unser Ergebnis deckt sich mit allen bis jetzt vorliegenden Arbeiten, wonach nie eine Benachteiligung der Farbensinngestörten im Strassenverkehr festgestellt wurde (2, 6, 7, 18). Somit scheint die Regelung, wie sie seit 1971 in der Schweiz gültig ist, nämlich jedermann ungeachtet allfälliger Farbensstörungen bei sonstiger Eignung zu allen Kategorien zuzulassen, berechtigt zu sein. Es scheint, dass andere Gründe für das Ueberfahren eines Rotlichtes massgebend sind als der beeinträchtigte Farbensinn. 75 % der Untersuchten haben angegeben, dass sie Gelb noch gesehen hätten (die Gelbphase dauert 3 sec). 10 % haben sogar Rot noch wahrgenommen. Obwohl der Fahrzeuglenker rechtlich verpflichtet ist, bei auf Grün folgendem gelben Licht anzuhalten (14), hat es sich eingebürgert, bei Gelb noch weiterzufahren. Dies wohl in der Gewissheit, dass auf die Gelbphase die sogenannte Allrotphase folgt, bei der während einer kurzen Zeit alle Ampeln der Kreuzung auf Rot stehen. Ein weiterer Grund könnte darin liegen, dass der Entschluss, die Ampel zu passieren, ziemlich früh gefasst wird und auch bei veränderten Verhältnissen (z.B. Bremsen wegen Behinderung) durchgesetzt wird. Vielleicht spielt es ferner eine Rolle, dass beim Näherkommen auf die Ampel diese immer mehr in der Peripherie des Gesichtsfeldes verschoben wird und deshalb nicht mehr die gleiche Wertigkeit besitzt.

Ergänzung

Dank der Mithilfe des Rechtsdienstes des Strassenverkehrsamtes war es möglich, die Fahrpraxis der 5 Probanden mit Farbensinnstörungen objektiv zu beurteilen. 2 der Probanden hatten keinen Eintrag im Strafenregister. Bei den drei anderen fand sich je ein Eintrag, der aber in keinem Fall mit der Farbensinnstörung in Zusammenhang gebracht werden konnte. Damit übereinstimmend gaben die Probanden selbst an, keine weiteren Verkehrsverstösse begangen zu haben. Besonders zu erwähnen ist, dass kein Auffahrunfall und keine weiteren Verstösse bei Lichtsignalanlagen vorgekommen sind. Nach eigenen Angaben der 5 Probanden mit Farbensinnstörungen, die durchschnittlich seit 15 Jahren pro Jahr 20 000 km fahren, hat keiner je Schwierigkeiten im Strassenverkehr gehabt.

Literaturverzeichnis

1. *Bally Ch.*: Untersuchung über die Verkehrstüchtigkeit farbensinngestörter Knaben. Diss., Basel, 1953.
2. *Bischoff P.*: Zusammenhänge zwischen Sehfunktion und Fahrtauglichkeit, Praxis 61/47, 1451–1458, 1972.
3. Bundesratsbeschluss vom 28. April 1971. Art. 2: Medizinische Mindestanforderungen an Fahrzeugführer und die ärztliche Untersuchung.

4. *Duke-Elder W.S.*: System of Ophthalmology 4, Kimpton, London, 1968.
5. *Gramberg-Danielsen B.*: Augenarzt und Strassenverkehrsrecht, Klin. Mbl. Augenheilk. 138, 264, 1961.
6. *Gramberg-Danielsen B.*: Sehen und Verkehr, Springer-Verlag, Berlin, 1967.
7. *Gramberg-Danielsen B.*: Zur Bedeutung der Farbentüchtigkeit im Strassenverkehr, Dtsch. med. Wschr. 97, 206–208 1972.
8. *Heinsius E.*: Die Farbsinnstörungen und ihre Prüfung in der Praxis. F. Enke Verlag, Stuttgart, 1973.
9. *Helmholtz H.*: Handbuch der physiolog. Optik. Enzyklopädie der Physik IX, Leipzig, 1867.
10. *Hering E.*: Zur Lehre der Lichtsinne, 2. Abdr., Wien, 1878.
11. *Ishihara S.*: Tests for Colour-Blindness, 38 plates Edition, Tokyo, 1972.
12. *Sachs L.*: Statistische Methoden, Springer-Verlag, Berlin, 1972.
13. *Schmidt I.*: zit. nach Heinsius, a. a. O. S. 18.
14. SSV, Art. 49, Abs. 4, lit. a
15. *Wannenmacher U.P.*: Die Untersuchung von Farbensinnstörungen im Hinblick auf ihre Zulassung als Berufsfahrer, ZS für Verkehrssicherheit, Heft 1, 1971.
16. *Wehner R.*: Farbensehen bei Mensch und Tier, NZZ 141, 35, 1970.
17. WHO: WHO-Accid. Prev. 1, Rev. 2, Corr. 2, 1956.
18. *Zehnder E.*: Die Bewährung farbensinngestörter Motorfahrzeuglenker im Verkehr, Schweiz. med. Wschr. 101, 15, 530–537, 1971.

Curriculum vitae

Am 23. September 1946 wurde ich in Basel geboren. Die Primarschule besuchte ich in Männedorf, wo ich seit 1948 wohnhaft bin. An der Kantonsschule Zürcher Oberland in Wetzikon absolvierte ich 1966 die Maturität Typus C. Anschliessend studierte ich Medizin an der Universität Zürich, wo ich 1974 das eidgenössische Staatsexamen ablegte.

